

50

Int. Cl.:

A 61 b, 17/22

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

30 a, 11

10

11

Offenlegungsschrift 2 412 690

21

Aktenzeichen: P 24 12 690.7

22

Anmeldetag: 16. März 1974

43

Offenlegungstag: 17. Oktober 1974

Ausstellungspriorität:

—

30

Unionspriorität

32

Datum:

23. März 1973

33

Land:

Österreich

31

Aktenzeichen:

A2614-73

54

Bezeichnung:

Einrichtung zur Zerstörung von Steinen in den Harnwegen,
insbesondere von Harnleiter- und Nierensteinen

61

Zusatz zu:

—

62

Ausscheidung aus:

—

71

Anmelder:

Richard Wolf GmbH, 7134 Knittlingen

Vertreter gem: § 16 PatG:

—

72

Als Erfinder benannt:

Schmidt-Kloiber, Heinz, Dr.phil.; Schuy,
Stefan, Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.; Graz (Österreich)

DT 2 412 690

Dr. Oskar König
Patentanwalt
7 Stuttgart 1
Königsplatz 6 - Postfach 51

2412690

RICHARD WOLF GMBH in Knittlingen
(Bundesrepublik Deutschland)

Einrichtung zur Zerstörung von Steinen in den Harnwegen,
insbesondere von Harnleiter- und Nierensteinen

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Zerstörung von Steinen in den Harnwegen, insbesondere von Harnleiter- und Nierensteinen, mittels einer über die Harnröhre bis an die Steine heranführbaren schwingerregten Sonde. Derartige, als Lithotriptoren bezeichnete Einrichtungen ermöglichen die Zerstörung der Steine an Ort und Stelle, sodaß dem Patienten ein operativer Eingriff erspart bleibt.

Auf dem Gebiete der Zerstörung von Blasen-, Harnleiter- und Nierensteinen sind bisher bekannt geworden:

- 1) Die elektrohydraulische Lithotripsie
- 2) Die Ultraschalllithotripsie
- 3) Eine Vorrichtung, mit deren Hilfe ein langer, dünner, biegsamer Lithotriptor zu longitudinalen und transversalen Bewegungen großer Amplitude erregt werden kann.

Bei der elektrohydraulischen Lithotripsie werden in einem flüssigen Medium elektrische Überschläge in unmittelbarer Nähe des Steins erzeugt. Die auftretenden Druckwellen führen zur Steinzerstörung. Zur Realisierung dieses Verfahrens benötigt man eine Sonde, in welcher zwei hoch-

409842/0721

spannungsführende Leitungen zur Arbeitsfunkenstrecke führen. Die Anwendung dieses Verfahrens im Harnleiter und in der Niere wird schon seit langem diskutiert und in Versuchen erprobt, doch konnte bisher keine allgemein verwendungsfähige Sonde realisiert werden.

Die Steinzerstörung durch Ultraschall wird in letzter Zeit erfolgreich bei Blasensteinen angewendet. Man benutzt dabei einen außerhalb des Körpers betriebenen Ultraschallwandler und leitet den Schall nach einer Amplitudentransformation über einen Ultraschalleiter zum Operationsgebiet. Der Einsatz dieser Methode im Harnleiter und in der Niere wird zur Zeit im Laboratorium untersucht, doch konnten bisher keine praktischen Erfolge damit erzielt werden.

Die an dritter Stelle genannte Vorrichtung benutzt ebenso wie die Ultraschallanordnung eine Longitudinalbewegung der Sondenspitze zur Steinzerstörung. Diese Längsbewegungen werden jedoch im Gegensatz zum Ultraschall nicht als periodische, etwa sinusförmige Bewegungen erzeugt, sondern sind Stoßbewegungen mit steilem Anstieg und großer Amplitude. Dadurch wird der Lithotriptor sowohl zu einer longitudinalen als auch transversalen gedämpften Eigenschwingung angeregt, sodaß die Probleme der Resonanzbestimmung wegfallen. Am Arbeitsende der Sonde tritt immer ein Bewegungsbauch auf. Die Stoßfolge beträgt je nach Generatorausführung 50 bis 100 Hz, sodaß in den Pausen die Energie dissipiert werden kann.

Die beschriebenen bekannten Verfahren haben den Nachteil, daß eine Anwendung im Harnleiter oder im Bereich der Niere ohne direkte Sicht, bestenfalls unter Röntgenkontrolle erfolgen muß. Das Fehlen einer visuellen Kontrollmöglichkeit bedeutet jedoch eine längere Eingriffszeit und eine verminderte Sicherheit für den Patienten.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Einrichtung der eingangs genannten Art, welche die Nachteile der bekannten Verfahren vermeidet und die es gestattet, Steine im Harnleiter und in der Niere unter visueller Kontrolle zu zerstören. Diesem Vorhaben steht als erschwerend der Umstand entgegen, daß für eine in den Harnleiter einführbare Sonde ein maximaler Außendurchmesser von etwa 3,5 mm zur Verfügung steht. In diesem kleinen Querschnitt müßten also Lichtleiter, Bildleiter, ein Spülkanal und der Lithotriptor untergebracht und in einem biegsamen Katheter geführt werden. Außerdem muß die gesamte Anordnung auch die strengen Anforderungen, die an ein Operationsinstrument gestellt werden, erfüllen. Der derzeitige Stand der Technologie erlaubt es nicht, alle diese Elemente in einem gemeinsamen Katheter unterzubringen.

Die Erfindung bietet trotz dieser erschwerten Verhältnisse eine überraschend einfache Lösung des geschilderten Problems, welche darin besteht, daß die Sonde ein zur Beleuchtung des Operationsfeldes dienendes, dem Licht einer gepulsten Lichtquelle ausgesetztes flexibles Lichtleitsystem enthält, das zumindest über einen Teil seiner Länge als Energiewandler zur Umsetzung von Lichtenergie in an der Sondenspitze wirksame Stoßenergie ausgebildet ist. Eine solche Einrichtung trägt den engen Verhältnissen im Harnleiterbereich dadurch Rechnung, daß das Lichtleitsystem neben dem zur Beleuchtung notwendigen Licht auch noch die Erzeugung und den Transport der zur Steinzerstörung erforderlichen Energie übernimmt. Der Sondaufbau reduziert sich dadurch auf Lichtleiter, Bildleiter und Spülkanal, deren Unterbringung auch bei den beengten Verhältnissen im Harnleiter möglich ist.

Die Lichtquelle, bzw. das Material des Lichtleiters werden so gewählt, daß das emittierte Licht in dem als Energiewandler dienenden Teil des Lichtleitsystems absorbiert wird. Dadurch kommt es in diesem Abschnitt zu einer Erwärmung und damit zu einer Ausdehnung des Lichtleiters. Diese Ausdehnung führt zu einer Stoßbewegung an der Sondenspitze, die zur Steinzerstörung verwendet werden kann. Da der Bewegungsablauf der Sondenspitze durch den Verlauf der Lichtemission gesteuert wird, können auch sehr kurz dauernde, wirksame Schlagimpulse erzielt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann das Lichtleitsystem von massiven Leitern oder Kapillarlichtleitern gebildet sein. Je nach dem Anwendungsfall kommen also als Material sowohl für das optische System als auch für den Energiewandler faserförmig ausgebildete Festkörper oder aber in Kapillaren gefüllte Flüssigkeiten in Betracht. In beiden Fällen ist der zeitliche Verlauf der erzielbaren Längenänderung des Lichtleitsystems von der Impulsform der verwendeten Lichtquelle abhängig.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann das Lichtleitsystem aus einem z.B. als Lichttrichter ausgebildeten Lichtleiter und dem an diesen anschließenden Energiewandler bestehen. Hierbei kann durch Wahl des Längenverhältnisses von Lichtleiter und Energiewandler u.a. unter Berücksichtigung des Durchmessers bei vorgegebener Gesamtlänge des Gerätes der Arbeitshub an der Sondenspitze unterschiedlich groß festgelegt werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß der Energiewandler zwecks Umwandlung der optischen Energie in Wärmeenergie im Bereich

seiner Längserstreckung eine auf die Wellenlängen der Lichtquelle abgestimmte Einfärbung aufweist. Durch diese Einfärbung wird die eingestrahlte Energie über die gesamte Länge des Energiewandlers absorbiert. Diese Lichtabsorption führt zu einer Erwärmung und damit zu der bereits erwähnten, für die Steinzerstörung benutzten schlagartigen Ausdehnung des Energiewandlers.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Figur zeigt den grundsätzlichen Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Als Lichtquelle des dargestellten Gerätes dient beispielsweise eine Laserdiode 1 mit großer optischer Leistung. Das von der Diode 1 abgestrahlte Licht wird über ein optisches System 2, welches als Lichttrichter ausgebildet sein kann, dem unmittelbar daran anschließenden Energiewandler 3 zugeführt. Der Energiewandler 3 besteht aus einem Material, das so eingefärbt ist, daß die von der Laserdiode 1 eingestrahlte optische Energie auf seiner gesamten Läng absorbiert wird. Diese Lichtabsorption führt zu einer Erwärmung und damit verbundenen Ausdehnung des Energiewandlers.

Die Lichtquelle wird intermittierend betrieben, sodaß es bei jedem Lichtblitz zu der eben beschriebenen Ausdehnung des Energiewandlers kommt. Durch eine geeignete Führung, die ein seitliches Ausweichen des mit der Sonde über die Harnröhre bis an den Ort der Steinablagerung, beispielsweise also durch die Harnblase hindurch bis in den Harnleiter oder die Niere, eingeführten flexiblen Energiewandlers verhindert und durch Festhalten des der Lichtquelle 1 zugewendeten Endes wird das innere Ende des Energiewandlers 3 Schwingungen entsprechend der

Folgefrequenz der Lichtblitze ausführen. Diese Stoßbewegung an der Sondenspitze wird dazu benutzt, um den Stein bei gleichzeitiger visueller Beobachtung des Operationsgebietes zu zerstören. Durch die Steuerung des Verlaufes der Lichtemission kann der Bewegungsablauf der Sondenspitze so beeinflusst werden, daß auch sehr kurz dauernde wirksame Schlagimpulse auftreten.

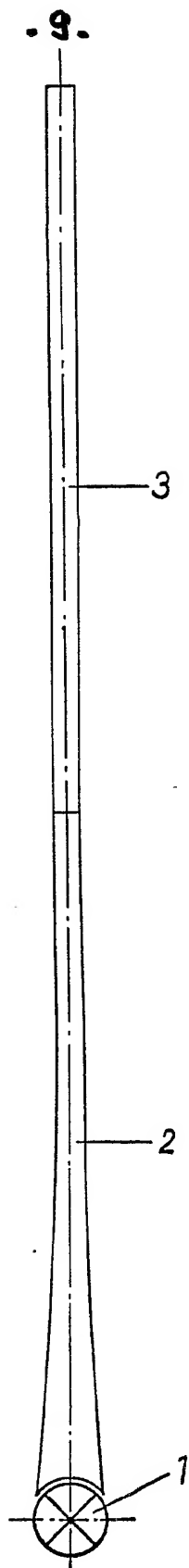
Als Material für das optische System 2 und für den Energiewandler 3 kommen sowohl faserförmig ausgebildete Festkörper als auch in Kapillaren gefüllte Flüssigkeiten in Frage. Es besteht die Möglichkeit, bei vorgegebener Gesamtlänge der Anordnung das Längenverhältnis zwischen dem optischen System 2 und dem Energiewandler 3 den jeweiligen Erfordernissen entsprechend zu wählen. In dem einen Extremfall kann das optische System 2 nahezu die gesamte Länge betragen, wobei der Energiewandler 3 auf ein kleines Volumen reduziert wird. Der andere Extremfall, bei dem Energiewandler 3 nahezu die Gesamtlänge des Lichtleitsystems in Anspruch nimmt, wird nachstehend an Hand eines konkreten Bemessungsbeispiels erläutert.

Es wird dabei von der Annahme ausgegangen, daß ein flüssigkeitsgefüllter Kapillarlichtleiter von 1 m Länge und $50\mu\text{m}$ Durchmesser zum Einsatz kommt. Die verwendete Flüssigkeit hat einen kubischen Ausdehnungskoeffizienten $\delta = 1,18 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$, eine spezifische Wärmekapazität $c_p = 0,996 \text{ Joule/g}^{\circ}\text{C}$ und eine Dichte $\rho = 1,263 \text{ g/cm}^3$. Die verwendete Lichtquelle besteht aus einer Laserdiode 1 und besitzt eine optische Leistung von 60 W und eine Impulsdauer von etwa $10\mu\text{s}$. Daraus ergibt sich eine effektive Längenänderung je Lichtblitz von 0,1 mm.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Einrichtung zur Zerstörung von Steinen in den Harnwegen, insbesondere von Harnleiter- und Nierensteinen, mittels einer über die Harnröhre bis an die Steine heranzuführenden schwingerregten Sonde, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonde ein zur Beleuchtung des Operationsfeldes dienendes, dem Licht einer gepulsten Lichtquelle ausgesetztes flexibles Lichtleitsystem (2,3) enthält, das zumindest über einen Teil seiner Länge als Energiewandler (3) zur Umsetzung von Lichtenergie in an der Sondenspitze wirksame Stoßenergie ausgebildet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtleitsystem (2,3) von massiven Leitern oder Kapillarleitern gebildet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtleitsystem aus einem z.B. als Lichttrichter ausgebildeten Lichtleiter (2) und dem an diesen anschließenden Energiewandler (3) besteht.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Energiewandler (3) zwecks Umwandlung der optischen Energie in Wärmeenergie im Bereich seiner Längserstreckung, eine auf die Wellenlängen der Lichtquelle abgestimmte Einfärbung aufweist.

Leerseite



30a 11 AT:16.03.74 OT:17.10.74

409842/0721